

회전근 개 파열의 일열 봉합술과 이열 봉합술

건국대학교 의학전문대학원 정형외과학교실, 단국대학교 의과대학 정형외과학교실*

박진영** · 최진형 · 박홍근 · 유제욱* · 서중배*

- Abstract -

Single and Double-row Repair in Rotator Cuff Tears

Jin-Young Park, M.D.** , Jin-Hyung Choi, M.D., Hong-Keun Park, M.D.,
Je-Wook Yu, M.D.* , Joong-Bae Seo, M.D.*

*Department of Orthopaedic Surgery, Konkuk medical School, Seoul, Korea
Department of Orthopaedic Surgery,
Dankook University College of Medicine, Cheonan, Korea**

Purpose: Arthroscopic repair of rotator cuff tears are many techniques that have been developed to improve the initial postoperative strength of the repair. There was a doubt that current arthroscopic cuff repairs using a single row of suture anchors reproduce insufficient area of the anatomic cuff insertion, and concerns about failure of fixation often lead surgeons to limit early motion. Newer technique of double-row repair in arthroscopic treatment may provide initial stronger fixation and more contact with bone at the repair site than single-row repair did. We studied the comparison between clinical outcomes of arthroscopic single- and double-row repair in cuff tears at 1year postoperatively.

Materials and methods: We retrospectively analyzed 40 shoulders with single-row repair and 38 shoulders with double-row repair of full-thickness rotator cuff tears between May 2002 and October 2004. Out of total 78 shoulders, 42 (54%) were male patients and 36 (46%) were female patients and the mean age at surgery was 56 years. All patients were diagnosed by physical examination and MRI. At 1year' follow-up after operation, we evaluated with the ASES and the Constant scoring system, and measured muscle power of abduction, internal and external rotation of the affected shoulder then compared with each other.

Results: Mean ASES scores and Constant scores in double-row repair group improved more than single-row repair group significantly at 1year postoperatively. Muscle power of abduction and internal rotation, especially abduction power, improved more significantly in double-row repair group than in single-row repair.

Conclusion: Arthroscopic double-row repair for the full thickness rotator cuff tear may be a superior technique,

※통신저자: 박진영**

서울특별시 광진구 화양동 4-12번지

건국대학교 의학전문대학원 정형외과학교실

Tel: 02) 2030-7614, Fax: 02) 2030-7369, E-Mail: drpark@chol.com

which showed better clinical outcomes and restoration of muscle power compared with single-row repair at relatively short period of postoperative follow-up. Restoration of footprint close to normal anatomy by double-row repair seems to play an important role in the recovery of muscle strength.

Key Words: Full thickness rotator cuff tear, Single-row repair, Double-row repair

서 론

회전근 개 파열의 관절경적 치료는 변연절제술부터 과거에는 불가능하였던 관절경하 봉합술로 발전해 왔다. 최근에 관절경적 회전근 개 복원술은 좋은 결과들을 보고하고 있으며 소절개 복원술과 비교하여도 유사하거나 더 우수한 결과를 보고하고 있다. 관절경적 회전근 개 봉합술에서 Burkhardt 등²⁾은 파열된 건의 크기나 수에 있어서 유의한 차이 없이 95%에서 양호 이상의 결과를 얻었으며 Gartsman 등³⁾도 회전근 개 전층 파열의 관절경적 봉합술에서 통계적으로 유의하게 통증 감소와 기능향상을 보고하고 있다.

이와 같이 관절경적 치료가 훌륭한 결과들을 보고하고 있지만, 회전근 개를 일열로 봉합하였을 때 파열된 회전근 개의 정상적인 부착 위치로의 복원에 있어 봉합 고정이 다소 부족하다는 지적도 있었다. Apreleva 등¹⁾은 다양한 회전근 개의 봉합술에 있어 회전근 개 부착 부위의 3차원적 구조를 평가하였는데, 이들은 일열 봉합술은 정상적인 해부학적 위치의 67%만이 복원되었으며 또한 해부학적 접촉면이 커질수록 치유가 향상되며 복원된 건의 힘이 증가할 것이라고 하였고, 이것은 또한 일열 봉합술을 시행한 후 회전근 개의 재파열의 높은 발생율과도 관련이 있다고 주장하였다. 또한 Lo 등¹⁴⁾은 회전근 개 부착 부위의 내측과 외측에 이열의 고정을 하여 회전근 개 부착면의 정상적인 폭을 회복하면 임상적 결과를 향상시킬 수 있어 이열 봉합술이 우수하다고 주장하였다. 하지만 지금까지 관절경적 회전근 개 일열 및 이열 봉합술 후의 구체적 결과비교에 대한 연구는 보고되지 않았다.

본 연구는 전층 회전근 개 파열의 관절경적 치료에서 근래에 소개된 이중 봉합술과 기존의 일열 봉합술 두 술식 간에, 또한 회전근 개의 파열의 크기에 대한 각 술식간의 술 후 임상적, 기능적

결과 및 근력회복에 대한 차이가 있는지 비교하고자 하였다.

대상 및 방법

2002년 5월에서 2004년 10월까지 건관절 통증을 주소로 내원하여 이학적 검사와 MRI를 시행하여 회전근 개 전층 파열로 진단 후 관절경하 전층 파열로 확진되어 관절경하 봉합술을 시행 받은 환자 78예(일열 봉합술 40예, 이열 봉합술 38예)를 대상으로 하였다(Table 1). 술자의 기술적 숙련도가 결과에 미치는 영향을 최소화하기 위해 2002년 5월 이전의 36예의 환자는 본 연구에서 제외시켰다.

건관절의 골절이나 탈구 후에 발생한 회전근 개 파열은 제외하였으며 모든 수술은 한 명의 술자에 의해 시행되었다. 일열 봉합술은 2002년 5월에서 2004년 10월까지 시행하였고, 이열 봉합술은 2003년 10월부터 2004년 9월까지 시행하였다. 수술은 일열 봉합과 이열 봉합 두 가지 술기 중 한가지를 선택하여 시행하였다. 일열 봉합술 군은 주로 연구기간 초기에 시행하였고 이열 봉합술 군은 주로 연구기간 후기에 시행되었다.

각각의 회전근 개 파열의 크기는 관절경 수술 당시 소식자를 이용해 손상된 건의 변연절제술 후의 길이를 기준으로 측정하였으며 3 cm 이하의 small to medium size와 3 cm 이상의 large to massive tear로 분류하였다(Table 2).

수술 전에 모든 환자들에게서 이환 측의 건관절 자기 공명 영상 촬영을 시행하여 회전근 개의 파열을 추정 진단하였다. 술 전에 미국 건·주관절학회 평가와 Constant 평가를 시행하였으며 자기 공명 영상에서 회전근 개 파열의 중요한 예후 인자로 알려진 회전근 개의 지방 변성 정도를 측정하여 두 군간에 술 전에 지방 변성 정도에 차이가 있는지 확인하였다. 지방 변성 정도는 MRI의

시상면 영상 중 각 회전근 개의 측면상에서 극상근와(supraspinatus fossa)와 회전근 개 근육의 단면-견갑골의 극상돌기가 견갑골의 체부에 접한 지점의 가장 외측 단면 영상에서 측정하여 Global Fatty Degeneration Index¹¹⁾에 따라 0에서 4까지 5등급으로 나누었다(Table 3). Global fatty degeneration index에 따른 회전근 개의 평균 지방변성 등급은 일열 봉합 시행군에서 극상근 1.68, 극하근 1.61, 견갑하근 1.45, 소 원형근 0.84이었고, 이열 봉합 시행군은 1.76, 1.52, 1.38, 0.79 순이었으며, 두 군 간에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다($P>0.05$). 그리고 술 전과 최종 추사에서 견관절 주요 운동 근력을 근력 측정 기구[®] Myometer(Mecmesin Co., Nottingham UK.)를 사용하여 측정하였고 근력계와 각각의 근력의 운동축이 일치하도록 하였으며 empty can position과 중립위에서의 내회전과 외회전의 근력을 측정하였다. 일열 봉합군의 외전, 내회전, 외회전 근력은 2.8 kg, 4.7 kg, 4.1 kg이었고, 이열 봉합군은 2.5 kg, 5.2 kg, 5.2 kg이었으며 역시 두 군간에는 유의한 차이가 없었다($P>0.05$).

수술은 반좌위 자세에서 시행하였다. 술 전에 쇄골의 전방선 보다 돌출되어 있는 견봉의 전방 길이를 30도 하방 사각 영상을 이용해 확인하였

으며 액와면 영상에서는 쇄골의 전면에 비해 전방으로 돌출된 정도를 측정한 뒤 두 방사선 사진을 참고하여 전방 견봉의 절제 범위를 결정하여 전례에서 관절경적 견봉하 감압술을 시행하였고, 견봉 쇄골 관절 통증이 동반된 5례에서 원위 쇄골 절제술을 추가하였다.

대결절 주위의 골을 큐렐이나 burr로 갈아내어 출혈이 있는 골을 노출시켜서 회전근 개가 골에 잘 부착되어 치유될 수 있도록 하였다. 회전근 개 파열이 오래 된 경우는 관절경적 관절 유리술과 오구 상완 인대 절제술을 시행하여 장력을 감소시켰다.

일열 봉합술을 시행하는 경우는 봉합 고정구(suture anchor)를 상완부 대결절 외측에 고정하여 파열된 회전근 개를 고정하였고, 이열 봉합술을 시행하는 경우는 첫번째 봉합구를 상완골두의 관절면의 바로 외측에 고정한 뒤 봉합사를 회전근 개 파열부의 내측 끝지점에서 건을 관통하여 점액낭쪽에서 회전근 개와 봉합하고 두번째 봉합구는 상완부 대결절 외측에 고정하여 파열된 회전근 개를 봉합하였다(Fig. 1).

환자는 술 후 24시간 이내에 수동적 전방 굴곡 운동을 시행하였고, 수동적 외전 운동을 위해 도르레 운동을 시행하도록 하였다. 견관절을 외전 20°, 굴곡 20°로 유지하고 과도한 운동으로 보호

Table 1. Demographic data.

	Single-row repair	Double-row repair	Total
No. of cases	40	38	78
Male / Female	20/20	22/16	42/36
Mean Age, yrs (Range)	57 (39~78)	54.4 (28~76)	55.8 (28~78)

Table 2. Proportion by cuff tear size

Tear size	< 3 cm	> 3 cm
Single row	25 (62.5%)	15 (37.5%)
Double row	21 (55.3%)	17 (44.7%)

Table 3. Criteria for grading muscle fatty degeneration (Global Fatty Degeneration Index, GFDI).

Grade	Degree of fatty degeneration
0	No fatty deposit
1	Some fatty streaks
2	More muscle than fat
3	As much muscle as fat
4	Less muscle than fat

하기 위해 외전보조기(Abduction Pillow Ultra Sling® Samsung prosthesis, Korea)을 착용하도록 하였다. 술 후 평균 6주 후부터 근력강화 운동을 시작하였다.

술 후 최종 추시 시점에서 미국 건·주관절 학회(American Shoulder and Elbow Society, ASES)의 기능 평가, Constant score, 외전, 내회전, 외회전의 근력을 측정하여 술 전 과 비교 분석하였다. 통계학적 분석은 일열 봉합술을 시행한 군과 이열 봉합술을 시행한 군의 ASES 점수, Constant 점수, 근력의 회복 정도를 student t test로 비교 분석하였으며, 파열 크기에 따른 일열 봉합술과 이열 봉합술 군의 ASES 점수, Constant 점수, 근력의 회복 정도는 Mann-Whitney U test를 이용하였다. 연구 자료의 통계 분석은 SPSS (version 11.0)을 이용하였다.

결 과

ASES, constant 점수는 술전과 비교하여 두 봉합군 모두에서 통계적으로 유의한 상승을 보였으며($P < 0.01$), 이열 봉합군에서 좀더 우수한 성적을 보였으나 두군과의 통계적 유의성은 없었다($P > 0.01$, Table 4). 또한 파열의 크기에 따른 분류에서도 같은 결과를 보였다(Table 6, 7).

근력의 회복 정도는 통계적으로 외전근력에서만 이열 봉합군에서 유의한 근력의 차이를 보였다($P < 0.05$, Table 5). 파열의 크기에 따른 비교 분석에서는 3cm 이하의 파열에서 근력의 회복 정도는 두군 모두 근력의 상승을 보였으나 두군과의 차이는 통계적으로 유의한 차이는 없었다($P > 0.05$, Table 6). 3 cm 이상의 파열에서는 내외전 및 외회전에서는 두 군 간에 유의한 차이가 없었으나 외전 근력은 이열 봉합군에서 근력의 유의

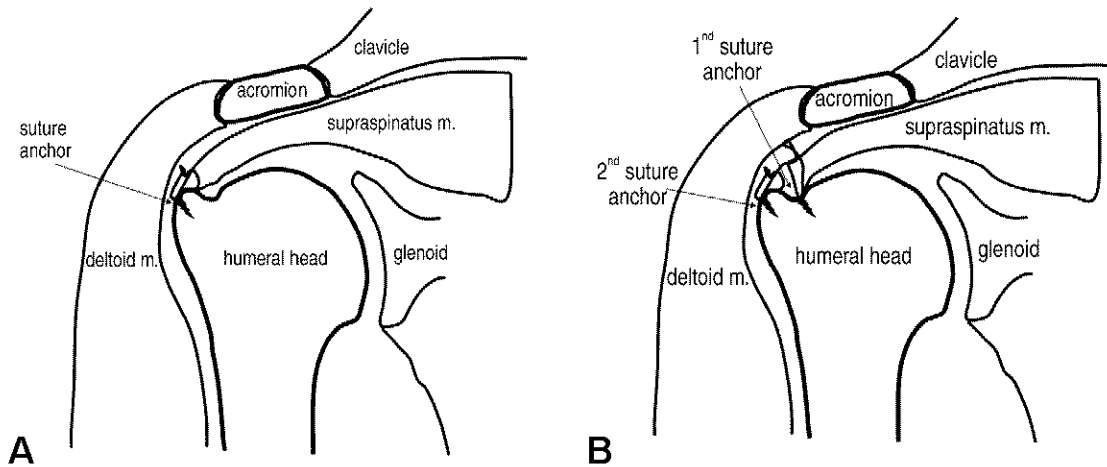


Fig. 1. Arthroscopic repair of the rotator cuff tear. (A) Single-row repair, (B) Double-row repair.

Table 4. Clinical & functional outcomes

	Preoperative	Final	P-value
Single row (ASES)	42.8±19.2	90.6±4.2	< 0.01
Double row (ASES)	41.5±20.0	93.7±2.5	< 0.01
Single row (constant)	41.6±9.8	70.2±6.4	< 0.01
Double row (constant)	44.9±8.0	78.6±5.0	< 0.01

한 상승이 관찰되었다($P < 0.05$, Table 7).

술 후 부작용이나 합병증으로는 견봉 골절이나 신경, 혈관 손상 예나 심부 감염증 예는 없었고 관절경 삽입구의 표재성 감염이 1예, 창상의 지연 회복이 2예에서 있었으나 추가적인 경구 항생제와 창상 소독으로 별 문제 없이 치유되었다.

술 후 고정기의 실패(anchor failure)가 일열 봉합술과 이열 봉합술을 시행한 환자에서 각각 1예가 술 후 추시 방사선 영상에서 발견되었는데, 일열 봉합술을 시행한 환자는 7개월 후에 봉합 고정구의 실패가 발견되어 관절경 시술을 다시 하였는데 회전근 개는 잘 치유되어 있었음을 확인하였고, 이열 봉합술을 시행한 환자는 술 후 6개월에 고정기의 실패가 발견되었는데 73세의 고령으로 심한 골다공증이 고정 실패의 원인으로 생각되었으

며 최종 추시까지 별다른 불편감을 호소하지 않아 추시 중에 있다.

고 찰

회전근 개 파열에 대한 관절경적 치료는 최근 수 년간 크게 진보해 왔는데 특히 수술적 기법 중 술 후 초기의 봉합력을 증대시키는 데에 많은 발전이 있었다^{2,16,19}. 회전근 개-골 또는 회전근 개-봉합 간의 고정기의 실패의 위험성이 조기 운동을 제한하므로, 술 후 초기의 봉합력이 강할수록 더 일찍 강도 높은 재활 치료가 가능하고, 고정기의 기간이 짧아져 기능의 회복과 활동으로의 보다 빠른 복귀가 가능할 것으로 여겨졌다¹⁶. 파열된 회전근 개-봉합, 봉합-골 간의 접촉면에서 봉합력을 강화

Table 5. Final outcomes in each group

	Single row	Double row	P-value
ASES	90.6 ± 4.2	93.7 ± 2.5	< 0.01
Constant	70.2 ± 6.4	78.6 ± 5.0	< 0.01
Abduction (kg)	4.4 ± 2.1	5.0 ± 1.7	0.01
Int. rotation (kg)	6.1 ± 2.7	7.0 ± 2.4	0.30
Ext. rotation (kg)	5.7 ± 1.9	6.4 ± 2.1	0.37

Table 6. Final outcomes (< 3 cm tear)

	Single row	Double row	P-value
ASES	91.1 ± 4.0	94.0 ± 2.9	< 0.01
Constant	70.6 ± 6.7	77.6 ± 6.0	< 0.01
Abduction (kg)	4.6 ± 2.1	4.7 ± 1.7	0.98
Int. rotation (kg)	6.0 ± 2.7	6.5 ± 2.1	0.50
Ext. rotation (kg)	5.7 ± 1.7	5.6 ± 1.6	0.90

Table 7. Final outcomes (> 3 cm tear)

	Single row	Double row	P-value
ASES	89.7 ± 4.5	93.2 ± 2.1	< 0.01
Constant	69.5 ± 6.2	79.8 ± 3.3	< 0.01
Abduction (kg)	4.1 ± 2.1	5.4 ± 1.6	< 0.05
Int. rotation (kg)	6.2 ± 2.9	7.7 ± 2.7	0.13
Ext. rotation (kg)	5.7 ± 2.4	7.4 ± 2.3	0.06

하기 위한 여러가지 봉합 방법들이 소개되었는데 역사적으로 골판통 봉합이 있으며 최근에는 변형 Mason-Allen 봉합 방법¹⁵⁾과 Millett¹⁶⁾ 등은 봉합을 강화하는 방법으로 mattress double anchor (MDA) 기법을 소개하였다.

관절경적 봉합 수술을 시행할 때 술자들이 가장 염려하는 것이 술 후 건-골 봉합의 유지 여부이다. 이에 관한 연구 중 Burkhart^{3,4)}의 연구 결과에 따르면 최대 부하를 가한 경우는 주로 봉합사에서 파열이 발생하나, 주기성 반복 부하(cyclic load)를 주는 경우는 골 터널 부위의 원위부에서 골이 찢어지면서 발생한다고 하였고, 일반적으로 회전근 개 봉합술 후 발생하는 재파열은 외상과 같은 극한 부하로 생기는 경우보다 봉합된 건이 치유되기 전에 반복 부하가 발생하여 파열할 가능성이 높다고 하였다. Galatz 등⁷⁾은 18명의 일열 봉합술 후 추시 초음파상에서 17명의 재파열을 보고하였다¹¹⁾. Liu 등¹³⁾은 관절적 고정에서 골과 건 사이의 초기 치유 기간의 약한 고정은 술 후 3~5년 추시에서 30%의 실패를 보고하였다⁵⁾.

일열 봉합술은 회전근 개의 정상 해부학적인 부착면의 회복에 부족함이 있는 반면에 이열 봉합술은 부착면을 보다 적절히 회복시켜 주고 치유를 위한 접촉면을 증대 시켜준다. 더욱이 두 번째 고정은 첫 번째 고정력을 증대시키고 각 봉합에 부하되는 힘을 줄여주어 봉합 접촉점에 스트레스를 감소시켜 잠재적으로 회전근 개의 기계적 힘과 기능을 증대시켜 더욱 완전한 치유를 도울 것으로 생각된다. Lo 등¹⁴⁾은 일열 봉합술이 파열된 회전근 개의 원위치에 부착시키는데 문제가 있어 이열 봉합술이 원위치로 복귀시켜 접촉면이 넓어 회복이 더 좋고 임상적 결과가 좋을 것이라고 주장하였다.

Waltrip 등²⁰⁾은 12예의 신전동결 건관절에서 봉합 고정구(suture anchor)를 이용한 고정과 골을 통과하는 터널식 고정을 이용하여 이열 봉합술을 시행한 군과 봉합 고정구와, 흔히 시행되고 있는 관절경적 봉합술 수평 매트리스 봉합과 변형 Mason-Allen 봉합술을 시행한 군, 골터널 술식과 변형 Mason-Allen 봉합술을 시행한 군의 세 군으로 나누어 치료 후 주기적인 부하 운동을 하여 고정력을 평가하여 이열 봉합술이 가장 강한

고정력을 나타내었음을 사체 실험을 통해 증명하였다. Fealy 등⁹⁾은 회전근 개 파열에서 파열의 크기에 따른 결과를 분석하였는데 소절개술과 이열 봉합술을 시행 후 결과가 모두 좋은 것으로 나타났다.

Fuchs 등⁸⁾은 회전근의 지방 변성 정도는 각 근육의 위축 정도와 관련이 있다고 하였고, Goutallier 등¹²⁾은 극상근과 극하근의 지방 변성 정도는 수술적 치료 후 해부학적 기능적 중요 예후 인자라고 하였는데, 본 연구에서 술 전에 일열 봉합 환자와 이열 봉합 환자의 회전근의 지방 변성 정도를 측정하여 예후 인자로는 두 군간에 큰 차이가 없다는 것을 확인하였다.

본 연구는 일열 봉합과 이열 봉합술 후 봉합 여부를 확인하기 위한 초음파나 자기 공명 영상(MRI) 등을 술 후 시행하지 않아 재파열 또는 고정의 유지 등 해부학적 치유 상태 등을 확인할 수는 없었으나 추시에서 재파열 정도를 비교할 수 있었다라면 더욱 객관적이고 의미 있는 연구가 되었을 것으로 생각하며 이에 대한 연구가 필요할 것으로 생각한다.

결 론

회전근 개 전층파열의 관절경적 봉합술 후 이열 봉합술이 일열 봉합술보다 파열의 크기에 관계없이 우수한 임상적, 기능적 결과를 보였으며 근력의 회복여부에서는 3 cm 이하의 회전근 개 파열에서는 두 군간 근력의 회복에 있어 유의한 차이가 없었으나 3 cm 이상의 파열에서는 이열 봉합술이 일열 봉합술 보다 외전력의 회복에 있어 우수한 결과를 보였다.

이는 이열 봉합에 의한 정상 회전근 개 부착면의 회복, 치유 면적의 증대, 강한 초기의 봉합력을 얻을 수 있는 잇점 등으로 일열 봉합술 보다 좋은 결과를 나타내었다고 생각되며, 이열 봉합술이 극상근 근력 향상에 더욱 우수한 영향을 미치는 것으로 사료된다.

REFERENCES

- 1) Apreleva M, Ozbaydar M, Fitzgibbons PG

- and Warner J J:** Rotator cuff tears: the effect of the reconstruction method on three-dimensional repair site area. *Arthroscopy*, 18:519-26, 2002.
- 2) **Burkhart SS, Danaceau SM, and Pearce CE., Jr.:** Arthroscopic rotator cuff repair: Analysis of results by tear size and by repair technique-margin convergence versus direct tendon-to-bone repair. *Arthroscopy*, 17:905-12, 2001.
 - 3) **Burkhart SS, Diaz Pagan JL, Wirth MA, Athanasiou KA:** Cyclic loading of anchor-based rotator cuff repairs: confirmation of the tension overload phenomenon and comparison of suture anchor fixation with transosseous fixation. *Arthroscopy*, 13:720-4, 1997.
 - 4) **Burkhart SS, Johnson TC, Wirth MA and Athanasiou KA:** Cyclic loading of transosseous rotator cuff repairs: tension overload as a possible cause of failure. *Arthroscopy*, 13:172-6, 1997.
 - 5) **Fealy S, Kingham TP and Altchek DW:** Mini-open rotator cuff repair using a two-row fixation technique: outcomes analysis in patients with small, moderate, and large rotator cuff tears. *Arthroscopy*, 18:665-70, 2002.
 - 6) **Fuchs B, Weishaupt D, Zanetti M, Hodler J and Gerber C:** Fatty degeneration of the muscles of the rotator cuff: assessment by computed tomography versus magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg*, 8:599-605, 1999.
 - 7) **Galatz LM, Ball CM, Teefey SA, Middleton W D and Yamaguchi K:** The outcome and repair integrity of completely arthroscopically repaired large and massive rotator cuff tears. *J Bone Joint Surg Am*, 86-A:219-24, 2004.
 - 8) **Gartsman GM, Khan M, Hammerman SM:** Arthroscopic repair of full-thickness tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am*, 80:832-40, 1998.
 - 9) **Goutallier D, Postel J M, Bernageau J, Lavau L and Voisin M C:** Fatty infiltration of disrupted rotator cuff muscles. *Rev Rhum Engl Ed*, 62: 415-22, 1995.
 - 10) **Goutallier D, Postel JM, Bernageau J, Lavau L and Voisin MC:** Fatty muscle degeneration in cuff ruptures. Pre- and postoperative evaluation by CT scan. *Clin Orthop*, 78-83, 1994.
 - 11) **Goutallier D, Postel JM, Gleyze P, Leguilloux P and Van Driessche S:** Influence of cuff muscle fatty degeneration on anatomic and functional outcomes after simple suture of full-thickness tears. *J Shoulder Elbow Surg*, 12:550-4, 2003.
 - 12) **Goutallier D, Postel J. M, Lavau L and Bernageau J.:** [Impact of fatty degeneration of the suparspinatus and infraspinatus msucles on the prognosis of surgical repair of the rotator cuff]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 85:668-76, 1999.
 - 13) **Liu SH, Baker CL:** Arthroscopically assisted rotator cuff repair: correlation of functional results with integrity of the cuff. *Arthroscopy*, 10:54-60, 1994.
 - 14) **Lo IK, Burkhart SS:** Double-row arthroscopic rotator cuff repair: re-establishing the footprint of the rotator cuff. *In Arthroscopy*, pp. 1035-42. Edited, 1035-42, 2003.
 - 15) **Mac Gillivray JD and Ma CB:** An arthroscopic stitch for massive rotator cuff tears: the Mac stitch. *Arthroscopy*, 20:669-71, 2004.
 - 16) **Millett PJ, Mazzocca A, Guancho CA:** Mattress double anchor footprint repair: a novel, arthroscopic rotator cuff repair technique. *Arthroscopy*, 20:875-9, 2004.
 - 17) **Murray TF, Jr., Lajtai G, Mileski RM and Snyder S J:** Arthroscopic repair of medium to large full-thickness rotator cuff tears: outcome at 2- to 6-year follow-up. *J Shoulder Elbow Surg*, 11:19-24, 2002.
 - 18) **Snyder SJ:** Technique of arthroscopic rotator cuff repair using implantable 4-mm Revo suture anchors, suture Shuttle Relays, and no. 2 nonabsorbable mattress sutures. *Orthop Clin North Am*, 28:267-75, 1997.
 - 19) **Tauro JC:** Arthroscopic rotator cuff repair: analysis of technique and results at 2- and 3-year follow-up. *Arthroscopy*, 14:45-51, 1998.
 - 20) **Waltrip RL, Zheng N, Dugas JR and Andrews JR:** Rotator cuff repair. A biomechanical comparison of three techniques. *Am J Sports Med*, 31:493-7, 2003.